



GLOBAL
Climate Change

LES CHANGEMENTS
climatiques

Sensitivities to Climate Change in Canada Sensibilités aux changements climatiques au Canada

Environment Canada
Ressources naturelles
Canada

Canada

This publication is also available on our Web Site:
<http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/main.htm>

Additional information is available by writing to the
Adaptation Liaison Office
Natural Resources Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2000
CAT: M40-60/199
ISBN: 0-662-64602-9

Cette publication est aussi disponible sur notre site Web :
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/main_fr.htm

Vous pouvez obtenir d'autres renseignements en écrivant au
Bureau de liaison Adaptation
Ressources naturelles Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2000
N° de catalogue : M40-60/199
ISBN : 0-662-64602-9

Table of Contents

100-05491/

A Message from the Minister	2
Sea Level Rise	5
Permafrost	7
Forest Fires	9
Rivers	11
Fisheries	13
Wind Erosion	15
Western Alpine Regions	17
Soil Organic Carbon	19
Rate of Change of Carbon in Agricultural Soils in Canada for the Year 1990	21
Peatlands	23
Glossary	24
References	26
Websites of Interest	27
Contacts	28

Message du ministre	2
Élévation du niveau de la mer	5
Pergélisol	7
Incendies de forêt	9
Cours d'eau	11
Pêches	13
Érosion éolienne	15
Régions alpines de l'Ouest	17
Carbone organique du sol	19
Variation de la concentration de carbone dans les sols agricoles du Canada en 1990	21
Tourbières	23
Glossaire	25
Références	26
Sites Web d'intérêt	27
Personnes-ressources	29



Increased greenhouse gas emissions caused by natural processes and human activities could seriously affect the way we live, work and play. *Sensitivities to Climate Change in Canada* graphically illustrates how changes in the world's climate could potentially have an impact on our country.

It's hard to imagine how a few degrees in our average temperature would make a big difference to a country the size of Canada. However, shifts of only 1°C or 2°C in the mean annual temperature, if maintained for a sufficient period of time, will cause vegetation and permafrost boundaries to shift by 100 kilometres or more and could cause changes in river flows and water levels of lakes. In a world with twice the current levels of carbon dioxide (CO₂) or equivalent gases, scientists project that Canada might expect summer and winter temperatures to be, respectively, 4°C and 6°C higher than they currently are, with significant regional variations.

The maps in *Sensitivities to Climate Change in Canada* show some of the changes that could occur with a doubling of CO₂, as well as the sensitivity of some aspects of our landscape and ecosystems to climate change. Scientists from various federal government departments have produced these maps, based on information extracted from more comprehensive reports. These maps show clearly that a continued warming of the Earth's temperature could trigger a wide range of changes with serious consequences for our environment, our health, our economy and our children's future.

Une augmentation des émissions de gaz à effet de serre attribuables aux phénomènes naturels et aux activités humaines pourrait perturber sérieusement notre mode de vie, notre façon de travailler et nos loisirs. La présente publication, intitulée *Sensitivities aux changements climatiques au Canada*, illustre les impacts éventuels des changements climatiques planétaires sur notre pays.

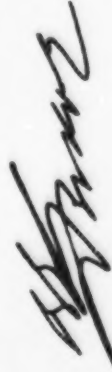
On imagine difficilement qu'une petite hausse de la température moyenne puisse faire une grande différence dans un pays de la taille du Canada. Pourtant, une variation de la température annuelle moyenne d'à peine 1 °C ou 2 °C, si elle devait perdurer, pourrait déplacer les limites des zones de végétation et de pergélisol de 100 kilomètres ou plus et modifier le débit des rivières et le niveau d'eau des lacs. Selon les scientifiques, si les concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) ou d'autres gaz comparables venaient à doubler sur la planète, les températures au Canada pourraient augmenter de 4 °C l'été et de 6 °C l'hiver, avec des variations régionales importantes.

Les cartes de *Sensitivities aux changements climatiques au Canada* illustrent quelques-uns des changements possibles si la concentration de CO₂ devait doubler. On y voit comment le changement climatique pourrait influencer sur certains aspects de nos paysages et de nos écosystèmes. Des scientifiques de divers ministères fédéraux ont produit ces cartes à partir d'information tirée de rapports plus exhaustifs. D'après leurs cartes, un réchauffement continu de la température de la Terre pourrait déclencher toute une série de bouleversements qui auraient des conséquences graves pour notre environnement, notre santé, notre économie et l'avenir de nos enfants.

This means that we must take action now. In one way or another, all Canadians - governments, businesses, organizations and individuals - contribute to greenhouse gas emissions. We're all part of the problem, and we can all be part of the solution. I believe Canadians have both the brain-power and the will-power to turn this challenge into opportunities - to find new ways of doing things and new technologies that will create new businesses and job opportunities.

The Government of Canada is working with other levels of government, industry, environmental groups, scientists, the business community and individual Canadians to build a national strategy to address climate change. Our Climate Change Action Fund is spurring early action on climate change by supporting collaborative initiatives in scientific research, technological innovations and public education. Every Canadian must act at home, at work and at play.

Continued scientific research will allow us to better understand the effects of climate change and how we can minimize the negative impacts and maximize the opportunities they offer. By thinking globally and acting locally, adopting innovative practices and collaborating, Canada will meet the challenge of climate change.

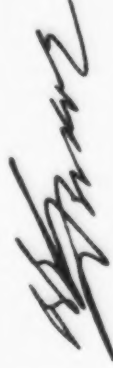


THE HONOURABLE RALPH GOODALE
Minister of Natural Resources Canada

D'où l'urgence d'agir. Que nous travaillions au gouvernement, dans une entreprise ou pour un organisme, ou que nous soyons simple citoyen, nous contribuons tous d'une certaine façon aux émissions de gaz à effet de serre. Nous sommes tous partie intégrante du problème et, ensemble, pouvons aider à le résoudre. D'ailleurs, je suis persuadé que le peuple canadien peut et veut transformer ce défi en possibilités, en trouvant de nouvelles façons de faire et de nouvelles technologies qui ouvriront des débouchés commerciaux et créeront des emplois.

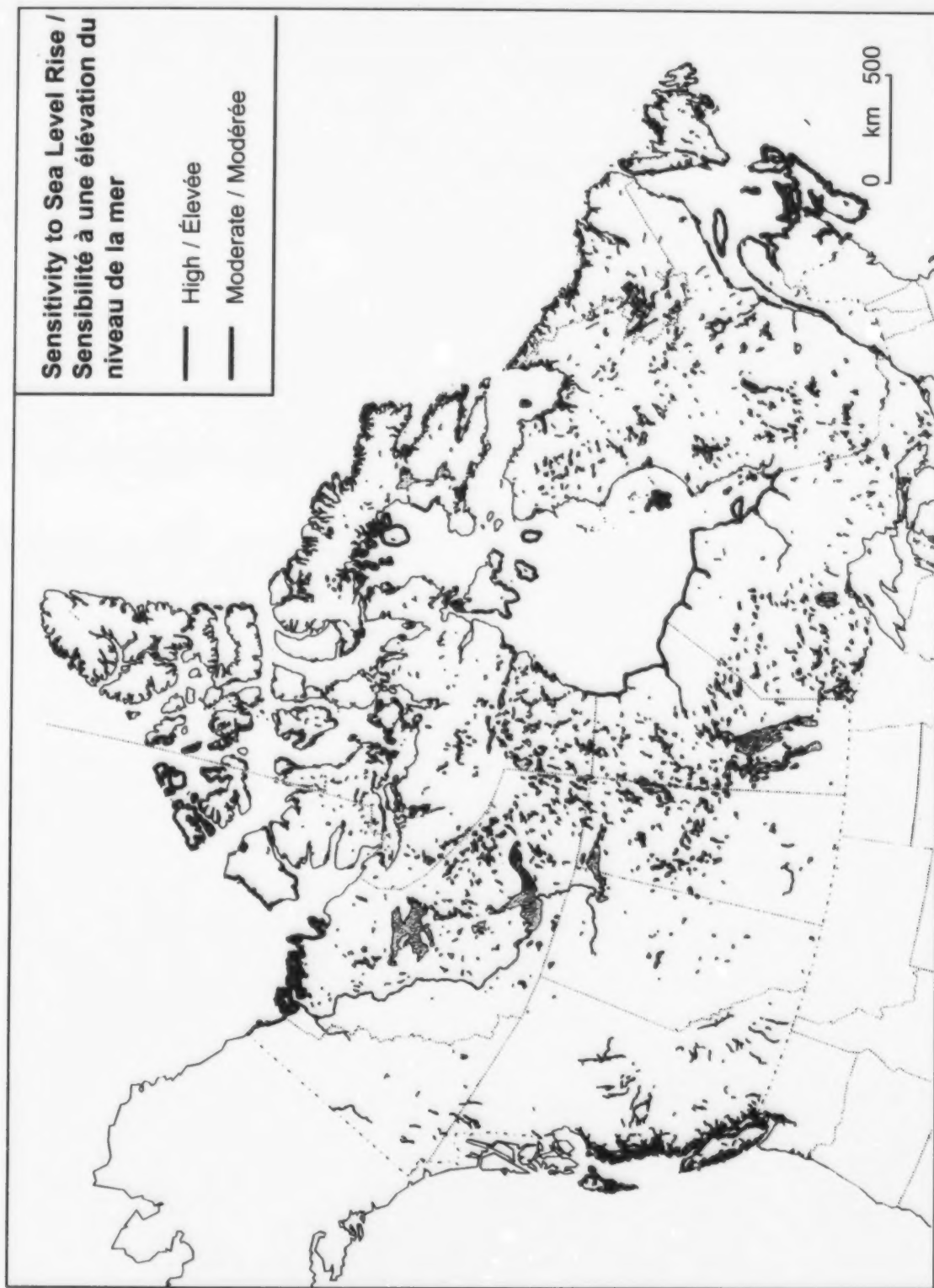
Le gouvernement du Canada collabore avec d'autres ordres de gouvernement, l'industrie, des groupes écologistes, des scientifiques, des gens d'affaires et de simples citoyens à l'élaboration d'une stratégie nationale de lutte contre le changement climatique. Notre Fonds d'action pour le changement climatique suscite des interventions précoces dans ce domaine en soutenant des initiatives concertées en matière de recherche scientifique, d'innovations technologiques et de sensibilisation du public. Toutes les Canadiennes et tous les Canadiens doivent agir à la maison, au travail et dans leurs loisirs.

En poursuivant la recherche scientifique, nous comprendrons mieux les implications du changement climatique et nous saurons mieux comment atténuer ses effets indésirables et exploiter au maximum les possibilités qu'ils offrent. Une perspective planétaire, des gestes concrets à l'échelon local, des pratiques innovatrices et une franche collaboration : voilà ce dont le Canada a besoin pour relever le défi du changement climatique.



L' HONORABLE RALPH GOODALE
Ministre de Ressources naturelles Canada

Map 1 - Carte 1



Sensitivities to Climate Change in Canada

Sensibilités aux changements climatiques au Canada

In Canada, where the total coastline exceeds 240,000 kilometres, sea level rise is a significant issue. Climate warming is expected to cause warming of the oceans and melting of glacier ice resulting in a global increase in sea level. A rise in sea level increases the level of wave attack and tides, causing changes in the stability of shorelines as well as flooding of lowlands.

Map 1 depicts the sensitivity of coastlines in Canada to an accelerated rise in sea level. The three main regions of high sensitivity include coastlines that have low relief, or low resistance to erosion; are exposed to high tidal ranges or high wave energy levels; or are areas presently experiencing rapid relative sea level rise due to crustal movements.

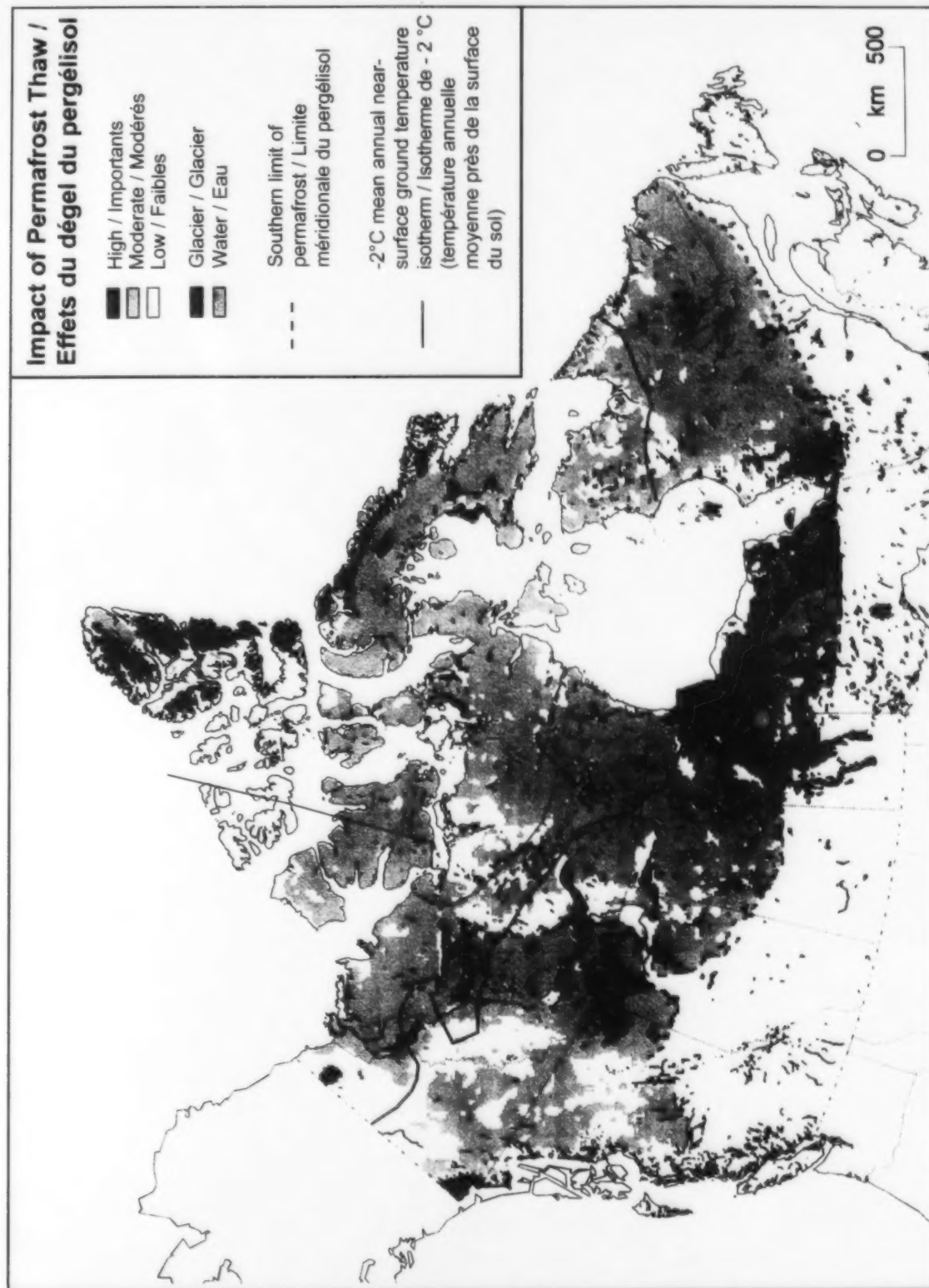
In the Maritimes, rising water levels could impact a wide range of human structures and activities. Flooding and dyke breaching in the Bay of Fundy is a particular concern. Portions of the Beaufort Sea coastline, including the community of Tuktoyaktuk, are also highly sensitive to sea level rise, and are now undergoing rapid coastal retreat, accentuated by melting of ground ice. The urbanized Fraser Delta near Vancouver could be sensitive to dyke breaching and flooding. Coastal archaeological sites on the Queen Charlotte Islands and other areas are also at risk from higher sea levels.

Comme le Canada possède un littoral de plus de 240 000 kilomètres de long, une élévation éventuelle du niveau de la mer constitue une question importante. On s'attend à ce que le réchauffement planétaire entraîne une expansion thermique des océans et la fonte d'une partie de la glace des glaciers, et, par conséquent, une hausse globale du niveau de la mer. Cette élévation ferait monter le niveau d'attaque des vagues et des marées, ce qui se traduirait par des changements dans la stabilité des côtes et l'inondation des terres basses.

La **carte 1** montre la sensibilité des côtes canadiennes à une élévation accélérée du niveau de la mer. Les trois principales régions de sensibilité élevée sont des côtes qui présentent un relief bas ou une faible résistance à l'érosion; sont exposées à des marées de forte amplitude ou à des vagues de forte énergie; ou connaissent déjà une élévation relativement rapide du niveau de la mer attribuable aux mouvements de la croûte terrestre.

Dans les Maritimes, une élévation du niveau de la mer pourrait avoir une incidence sur un grand nombre de structures et d'activités humaines. On craint particulièrement l'inondation et la rupture de digues dans la baie de Fundy. Certaines parties de la côte de la mer de Beaufort, dont celle où se trouve la collectivité de Tuktoyaktuk, montrent aussi une grande sensibilité à une élévation du niveau de la mer et connaissent actuellement un recul rapide de la côte, accentué par la fonte de glace souterraine. Près de Vancouver, dans la région urbanisée du delta du Fraser, le risque s'avère la rupture de digues et l'inondation. Sur les îles de la Reine-Charlotte et ailleurs, des sites archéologiques côtiers sont également menacés par une élévation du niveau de la mer.

Map 2 - Carte 2



Permafrost

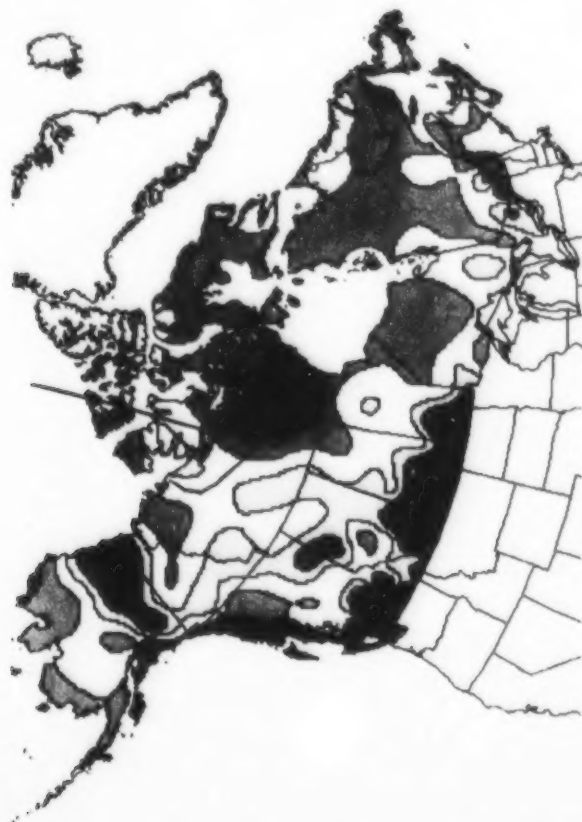
Permafrost exists wherever ground temperatures remain below 0°C throughout the year. At present, approximately 50% of the Canadian land surface is underlain by permafrost, and a significant portion of this has an average temperature that is warmer than -2°C. With climate warming, this warmer permafrost may ultimately disappear. Thawing of ice-rich permafrost may present hazards to infrastructure, and may also increase landslide activity.

The impacts of permafrost thaw will be highest in regions of ice-rich permafrost, which include areas underlain by organic and fine-grained soils. As shown in **Map 2**, the impact of permafrost thaw may be moderate to high over a large portion of the region containing warmer permafrost (area south of the -2°C isotherm). Increased thaw settlement may occur beneath buildings, utility systems, roads, railways, pipelines, containment dams and dykes. Remedial action may be required. Future development in these areas must consider the increased permafrost thaw and ground instability that may accompany climate warming.

Il y a du pergélisol dans toutes les régions où la température du sol reste inférieure à 0 °C toute l'année. À l'heure actuelle, environ la moitié de la superficie terrestre du Canada s'avère une zone de pergélisol, et une grande partie de ce territoire a une température moyenne supérieure à - 2 °C. Selon les scénarios de réchauffement planétaire, ce pergélisol de région plus chaude pourrait à terme disparaître. La fonte de pergélisol riche en glace pourrait entraîner des dommages aux infrastructures et faire croître le risque de glissements de terrain.

C'est dans les régions de pergélisol riche en glace, qui incluent les régions recouvertes de sols organiques et de sols limoneux, que les impacts de la fonte de pergélisol seront les plus importants. Comme le montre la **carte 2**, les effets du dégel du pergélisol peuvent être modérés à importants dans une grande partie du territoire où il fait plus chaud (au sud de l'isotherme - 2 °C). Il pourrait s'ensuivre un tassement accru sous les immeubles, les installations de services publics, les routes, les voies ferrées, les pipelines, les barrages de retenue et les digues. Des mesures correctrices pourraient alors s'imposer. La mise en valeur future de ces régions doit prendre en compte l'augmentation du dégel du pergélisol et de l'instabilité du sol qui pourrait accompagner le réchauffement planétaire.

Map 3 - Carte 3

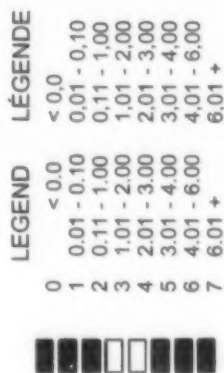


Seasonal Severity Ratings 1980-1989
Indices de gravité saisonniers 1980-1989



2 x CO₂ Seasonal Severity Ratings
Indices de gravité saisonniers 2 x CO₂

0 km 1 000



Forest fires in Canadian boreal forests burn an average of 2.5 million hectares annually. It is a natural and necessary force shaping the landscape and influencing the carbon budget. In addition to fire management options, the frequency, extent and impact of boreal fires is primarily controlled by short-term weather conditions. Using four General Circulation Models (GCMs) to project forest fire danger levels in Canada under a warming climate, large increases in the areal extent of extreme fire danger, and a lengthening of the fire season were found. Moreover, the impacts will include more frequent and severe fires, shorter growth periods between fires, proportionally younger stands, and a decrease in the carbon storage of northern Canadian forests.

Map 3 shows the change in seasonal severity ratings (SSR) across Canada between 1980 and 1989 and a doubled CO₂ climate (based on the Canadian GCM). The most significant increase (and potentially major impact) occurs in west-central Canada, particularly in northwestern Ontario, Manitoba, Saskatchewan and the Northwest Territories. These areas are currently and historically the regions of most significant forest fire activity in Canada. If the impacts of these climate change scenarios are realized, current protection priorities may require rethinking.

Dans les forêts boréales du Canada, les incendies détruisent en moyenne 2,5 millions d'hectares chaque année. C'est un élément naturel et nécessaire qui modèle le paysage et influe sur le bilan du carbone. La fréquence, l'étendue et l'impact des incendies dans les régions boréales sont régis notamment par les diverses mesures pour atténuer ce fléau de la nature, mais surtout par les conditions météorologiques à court terme. En utilisant quatre modèles de circulation générale (MCG) pour faire une projection quant aux niveaux de risques d'incendies de forêt au Canada dans un climat en réchauffement, on a constaté des augmentations marquées de la superficie à risque extrême et un allongement de la saison des incendies. De plus, les impacts comprenaient un accroissement de la fréquence et de la gravité des incendies, un raccourcissement des intervalles entre les incendies, un rajeunissement relatif des peuplements et une baisse du stockage du carbone dans les forêts du Nord canadien.

La **carte 3** présente, pour l'ensemble du Canada, les indices de gravité saisonniers quant aux dangers d'incendies, d'une part, entre 1980 et 1989 et, d'autre part, dans un climat où il y aurait deux fois plus de CO₂ (selon le MCG canadien). L'augmentation la plus significative (et donc le risque d'impact le plus élevé) touche le centre ouest du Canada, en particulier le nord-ouest de l'Ontario, le Manitoba, la Saskatchewan et les Territoires du Nord-Ouest. Ces régions sont depuis toujours celles où il survient le plus d'incendies de forêt au Canada. Si les impacts indiqués par les scénarios de changement climatique se concrétisent, il faudra peut-être revoir les priorités actuelles de protection.

Map 4 - Carte 4

Sensitivity of River Regions / Sensibilité des cours d'eau par région

More sensitive / Plus sensibles

- Dry prairies / Prairie sèche
- Appalachia / Appalaches
- Atlantic coast / Côte de l'Atlantique
- Great Lakes, St. Lawrence Valley /
Grands Lacs, vallée du Saint-Laurent
- Southern Cordillera / Cordillère
méridionale

Sensitive / Sensibles

- Northern Cordillera, northern
interior Yukon interior, boreal plains
western Arctic coast / Cordillère
septentrionale, intérieur septentrionale
intérieur du Yukon, plaines boréales,
littoral arctique occidental
- Inuviala / Région inuvialienne

Less sensitive / Moins sensibles

- Shield / Bouclier
- Hudson plain peatlands / Tourbières
de la plaine hudsonienne
- Middle and high Arctic / Moyen et
extrême Arctique



For the most part, a warmer Earth will be a wetter Earth and this has the potential to cause substantial changes to Canada's rivers. Increased frequency and magnitude of flood flows will increase the hazard to structures, buildings and humans. The effects of predicted climate change will be superimposed on, and may amplify, the existing impact of human activity on rivers.

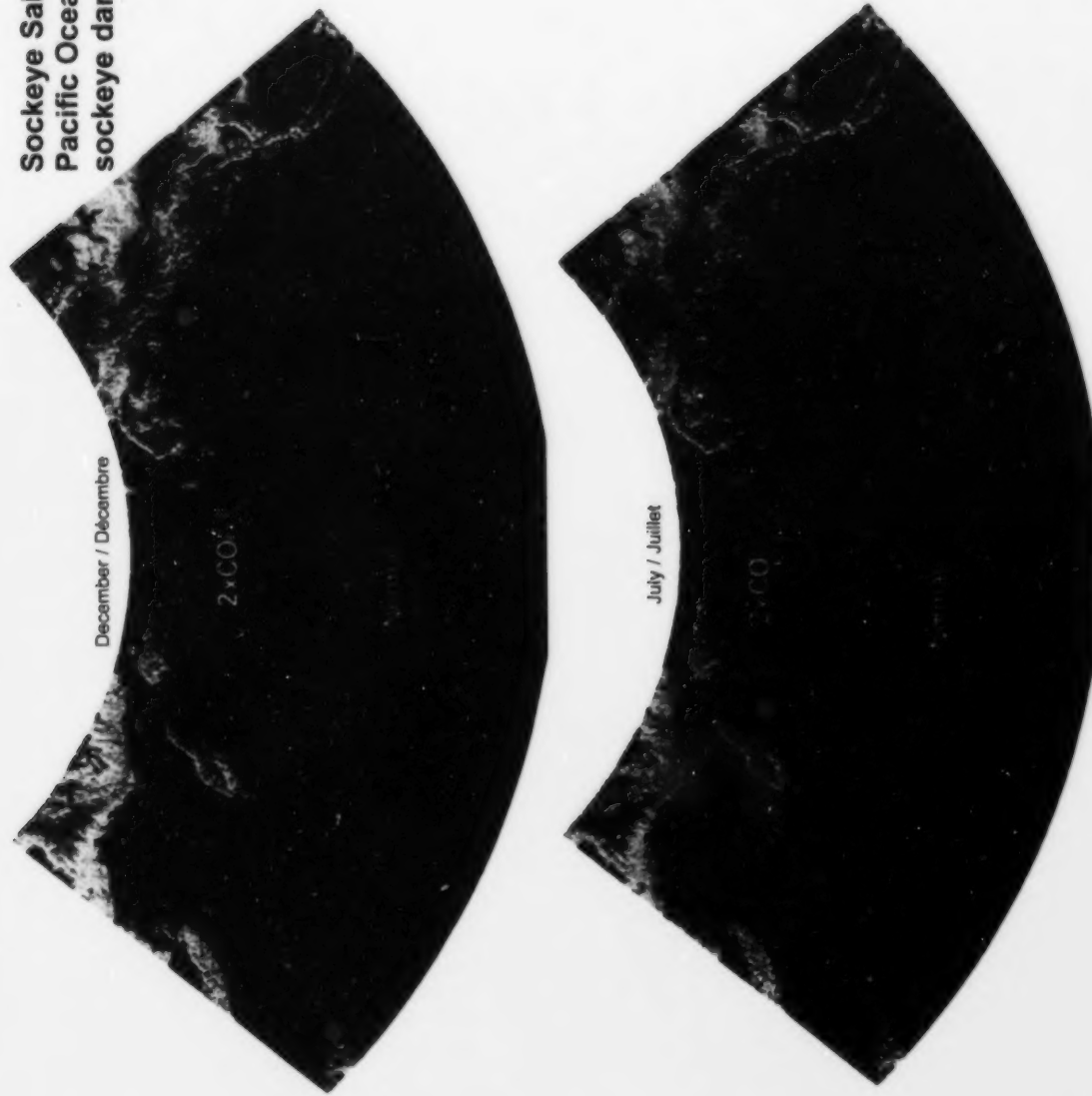
Map 4 summarizes the regional sensitivity of rivers to predicted climate change in Canada. The most sensitive regions include the Atlantic coast and the Great Lakes-St. Lawrence Valley regions. This is a result of the shift to more intense rainstorms (rather than snowmelt) as the main flood generator. Small streams in urban areas may be particularly problematic. Flows are also likely to increase in the Southern Cordillera and eastern slopes of the Rocky Mountains. This will affect large Prairie streams while smaller Prairie-fed streams risk flooding from increases in thunderstorm activity. While the most direct effect of predicted climate change will be to increase flood and river erosion hazards, the impact will extend to the use and value of rivers for recreation, habitat, fisheries, water supply, and transportation.

Une Terre au climat plus chaud serait aussi plus humide, ce qui pourrait entraîner des changements substantiels pour les cours d'eau du Canada. Une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations accroîtrait les dangers pour les structures, les bâtiments et la population. Les effets du changement climatique prévu viendraient se superposer aux impacts actuels de l'activité humaine sur les cours d'eau; ils pourraient même les amplifier.

La **carte 4** résume la sensibilité régionale des cours d'eau au changement climatique prévu pour le Canada. Parmi les régions les plus sensibles, on compte la côte de l'Atlantique et les bassins des Grands Lacs et du Saint-Laurent, parce que les tempêtes de pluie plus intenses (plutôt que la fonte de la neige) y seraient le principal facteur des inondations. Les petits cours d'eau en région urbaine pourraient particulièrement poser des problèmes. Il y aurait aussi probablement une intensification du débit des cours d'eau dans le sud de la Cordillère et sur les versants orientaux des Rocheuses. Cette situation aurait un impact sur les grands cours d'eau des Prairies, alors que les plus petits, alimentés dans la région, seraient susceptibles de débordements attribuables à l'accroissement de l'activité orageuse. Les effets les plus directs du changement climatique prévu seraient certes une augmentation des risques d'inondation et d'érosion des berges, mais ils toucheraient aussi l'utilisation et la valeur des cours d'eau pour ce qui est des loisirs, des habitats, de la pêche, de l'approvisionnement en eau et du transport.

Map 5 - Carte 5

Sockeye Salmon Distribution in the Pacific Ocean / Répartition du saumon sockeye dans l'océan Pacifique



Sensitivity to Climate Change in Canada

Sensibilités aux changements climatiques au Canada

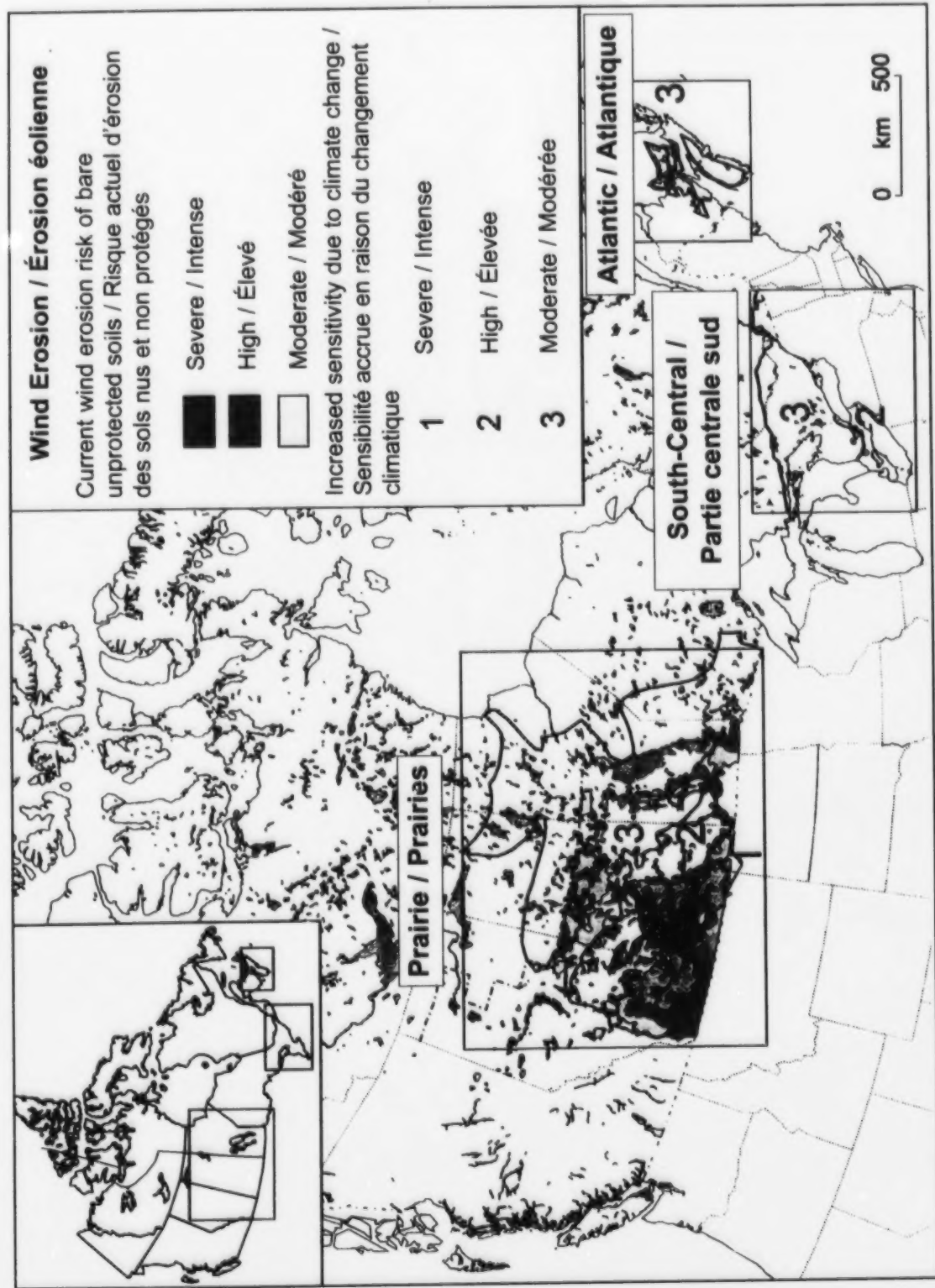
The natural distribution of fish populations is heavily dependent on thermal or temperature range limits in the ocean. Sockeye salmon are a good example of this. As the Earth warms, the distribution of salmon in the North Pacific can be expected to change.

Scientists from Fisheries and Oceans Canada and Environment Canada simulated the changes expected with a doubling of CO_2 in the atmosphere. **Map 5** shows the current, normal thermal limits for sockeye salmon in December (upper panel) and July (lower panel). The thermal limits predicted with doubled CO_2 are the boundary labeled $2 \times \text{CO}_2$. The results indicate that the climate change associated with a doubled atmospheric concentration of CO_2 may virtually eliminate salmon habitat from the Pacific Ocean.

La répartition naturelle des populations de poissons est fortement dépendante des zones thermiques (plages de températures) dans l'océan. Le saumon sockeye en est un bon exemple. À mesure que la Terre se réchaufferait, on pourrait s'attendre à constater des changements de la répartition du saumon dans le Pacifique Nord.

Des scientifiques de Pêches et Océans Canada et d'Environnement Canada ont effectué une simulation des changements probables qu'entraînerait un doublement des concentrations de CO_2 dans l'atmosphère. La **carte 5** montre les limites thermiques normales observées actuellement pour le saumon sockeye en décembre (carte du haut) et en juillet (carte du bas). Les limites thermiques prévues dans le cas d'un doublement du CO_2 sont marquées $2 \times \text{CO}_2$. Les résultats montrent que le changement climatique résultant d'un doublement des concentrations atmosphériques de CO_2 pourrait pratiquement éliminer l'habitat du saumon dans l'océan Pacifique.

Map 6 - Carte 6



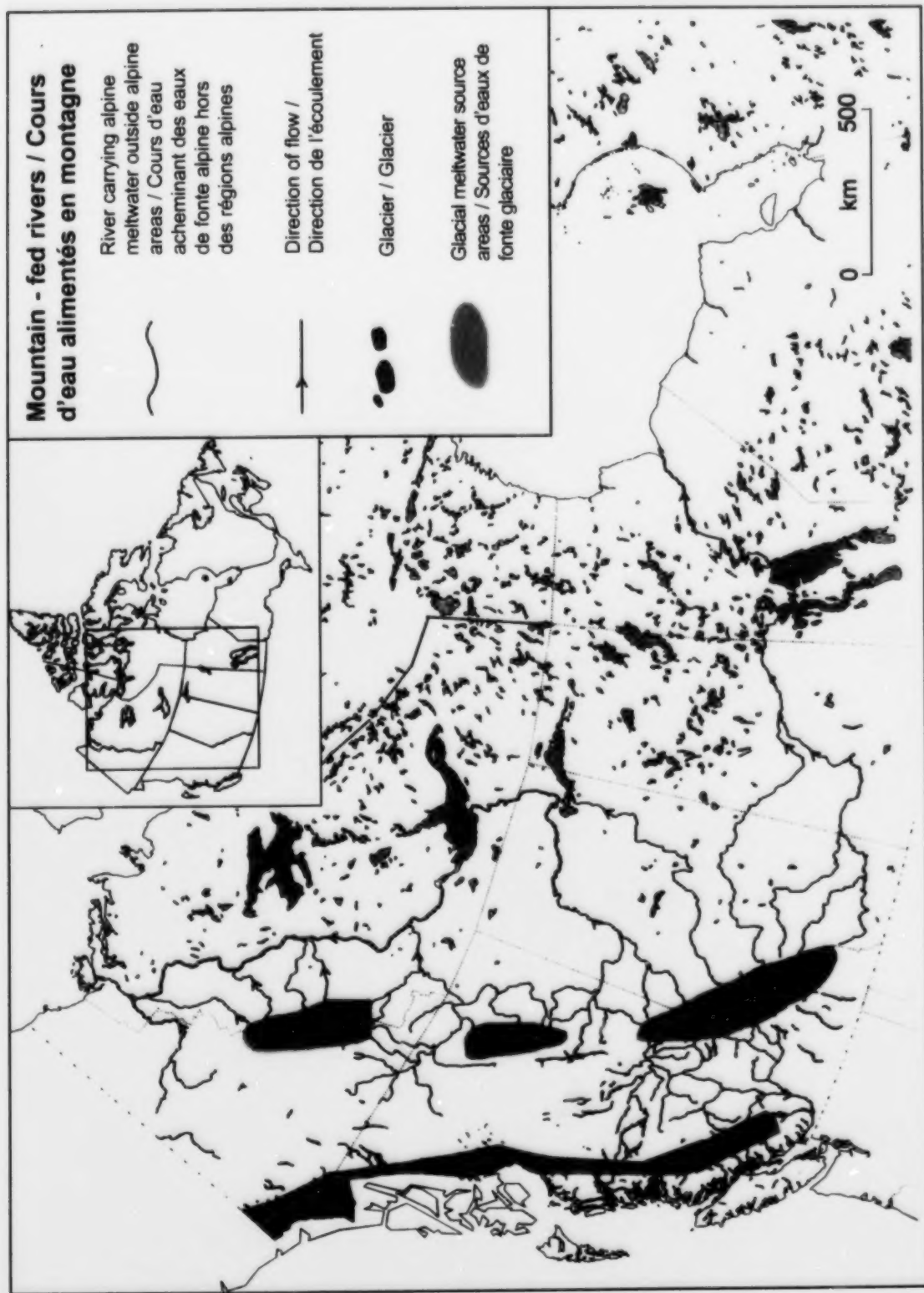
Wind erosion affects agricultural lands and sandy soils in many parts of Canada, causing soil and nutrient losses, reduced crop yields, sand dunes and dust storms. A relatively good understanding exists of wind erosion under present-day conditions. Currently, the highest wind erosion risk to bare, unprotected soils (coloured areas in the figure) occurs on the southern prairies, with moderate risks also occurring in British Columbia, southern Ontario and the Maritimes.

The impacts of predicted climate change in Canada with respect to wind erosion are associated with changes in moisture conditions, brought about by changes in the timing and amount of precipitation and changes in temperature. Those areas experiencing an increased sensitivity to wind erosion (see numbered areas on Map 6) are also likely to experience more severe droughts. The southern Prairies have the greatest sensitivity, with high sensitivity in the central Prairies and the southernmost regions of Ontario and moderate sensitivity in northern Saskatchewan and Manitoba, in southern Ontario and Quebec and in portions of the Maritimes.

L'érosion éolienne affecte les terres agricoles et les sols sableux de bien des régions du Canada; il en résulte des pertes de sol et d'éléments nutritifs, une réduction du rendement des cultures, la formation de dunes et la naissance de tempête de poussière. L'érosion éolienne dans les conditions actuelles est un domaine relativement bien compris. Pour le moment, c'est dans le sud des Prairies que les sols nus et non protégés (zones colorées de la figure) sont le plus menacés par l'érosion éolienne, quelques régions à risque modéré s'observant en Colombie-Britannique, dans le sud de l'Ontario et dans les Maritimes.

Les impacts du changement climatique prévu au Canada pour ce qui est de l'érosion éolienne tiennent aux modifications des conditions d'humidité, qui découlent elles-mêmes des variations dans le moment de survenue et la quantité des précipitations ainsi que des changements des températures. Les régions qui connaissent une augmentation de la sensibilité à l'érosion éolienne (numérotées sur la carte 6) risquent aussi de subir des sécheresses plus graves. La sensibilité est maximale dans le sud des Prairies; élevée dans le centre des Prairies et les régions de l'extrême sud de l'Ontario; et modérée dans le nord de la Saskatchewan et du Manitoba, le sud de l'Ontario et du Québec, ainsi que certaines parties des Maritimes.

Map 7 - Carte 7



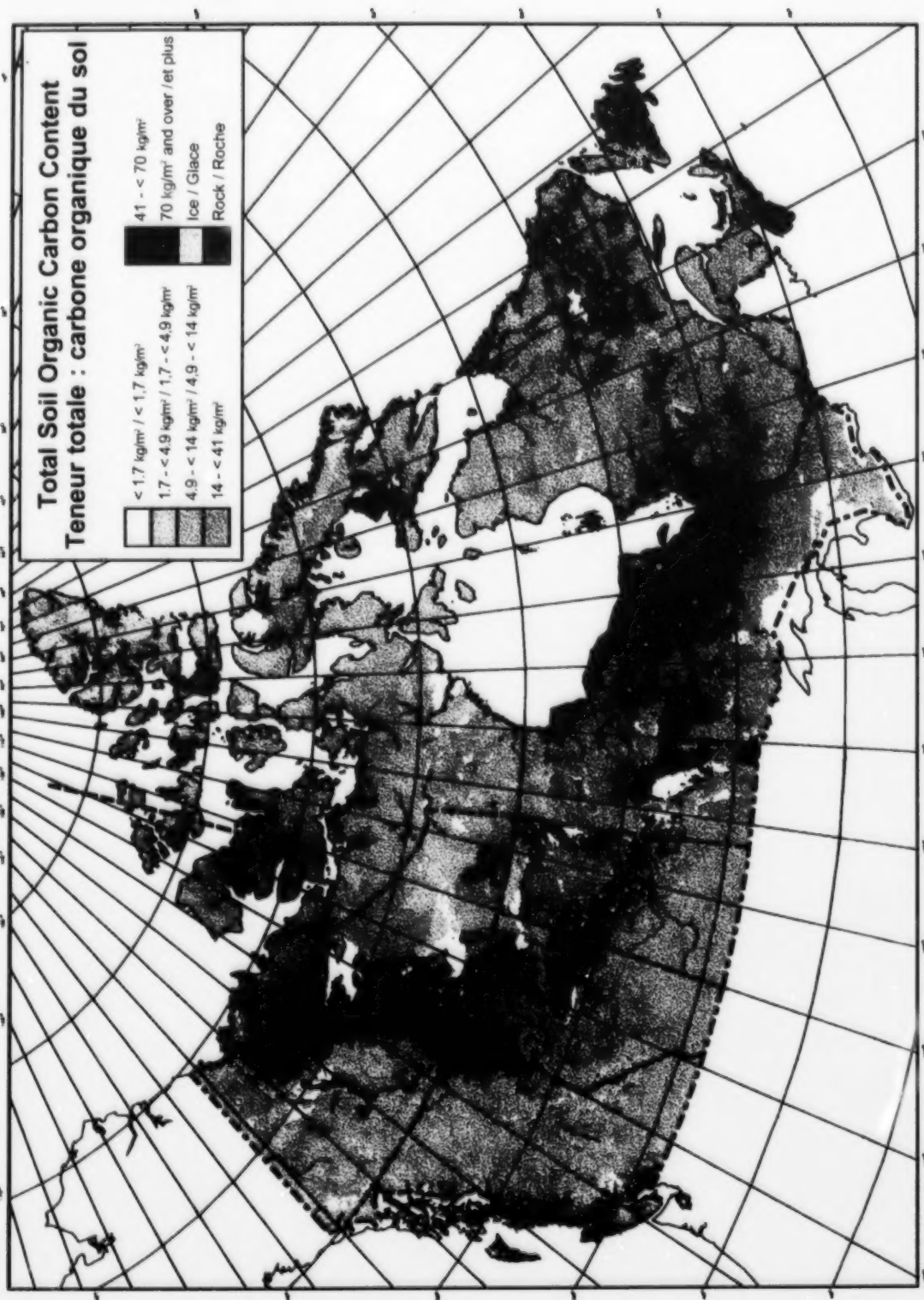
Alpine regions are those parts of the mountains that lie above the upper limit of continuous forest, or timberline. The exact nature of future climate changes in the mountains is not well known. However, we do expect that a general increase in temperature will bring about a northward movement of the timberline and a decrease in the extent of glaciers, icefields, winter snowpack and permafrost. Hazardous effects, such as glacier outburst floods and debris flows may accompany glacier recession. The reduction in the extent of alpine tundra, together with glacier recession, will bring about considerable modification of alpine scenery, with a possible impact on tourism. Changes in the winter snowpack will affect recreational skiing and the viability of many ski areas.

The most far-reaching result of predicted climate change in alpine areas is likely to be the effect of decreased snowpack and glacier ice on the discharge of the rivers that drain from the mountains. In western Canada, seasonal snowmelt and glacier melt are a major source of water for the rivers of the interior plains (shown on **Map 7**) and the dry southern interior of British Columbia. Decreased river discharge in summer may adversely affect water use for agriculture, hydro-electric generation, industry and domestic purposes.

Les régions alpines sont les zones des montagnes qui se situent au-dessus de la limite supérieure de la forêt continue ou limite forestière. La forme exacte que prendra le changement climatique dans les montagnes n'est pas bien connue, nous savons cependant qu'une hausse générale de la température déplacerait la limite forestière vers le nord et entraînerait une perte de superficie des glaciers, des champs de glace, de la couverture nivale en hiver et du pergélisol. Le recul des glaciers pourrait s'accompagner de phénomènes dangereux, notamment de débâcles glaciaires et de coulées de débris. Combinée à ce recul, la réduction de superficie de la toundra alpine entraînerait une modification considérable du paysage alpin, ce qui pourrait avoir un impact sur le tourisme. La diminution de la couverture nivale en hiver influerait sur les conditions de ski et sur la viabilité de nombreuses régions dont l'économie repose sur ce sport.

Le résultat le plus grave du changement climatique prévu dans les régions alpines serait probablement l'effet de la réduction de la couverture nivale et de la glace de glacier sur les cours d'eau alimentés en montagne. Dans l'ouest du Canada, la fonte saisonnière de la neige et des glaciers est une importante source d'eau pour les rivières des plaines de l'intérieur du pays (indiquées sur la **carte 7**) et celles de la zone sèche dans le sud de la Colombie-Britannique. Une baisse de l'écoulement de ces cours d'eau pendant l'été pourrait affecter l'utilisation de l'eau dans les maisons ainsi que pour l'agriculture, la production d'hydroélectricité et l'activité industrielle.

Map 8 - Carte 8



Soil Organic Carbon

It is estimated that, globally, nearly 30% of the soil organic carbon is locked in tundra and boreal ecosystems. Since approximately 75% of Canada is comprised of these ecosystems, a significant portion of the world's carbon occurs in Canadian territory. As shown in **Map 8**, most, (88% or 232 Gt) of the organic carbon found in Canadian soils occurs at mid and high latitudes (northward from the southern limit of the boreal forest) where cryosolic and organic soils dominate. At lower latitudes Canada's agricultural lands contain substantial amounts of organic carbon (about 9.36 Gt) representing nearly 6% of total organic carbon in all agricultural soils worldwide.

It is predicted that, as a result of climate change, the greatest increase in temperature will occur in northern latitudes, which could trigger serious degradation of organic and cryosolic soils. It is likely that these soils, which now act as carbon sinks, will become a source of CO₂ and methane, further increasing the greenhouse gases and, therefore, climate change. In all ecosystems, the soil organic carbon is highly dynamic and affected by land use (e.g., soil and crop management), forest fires and clear-cutting of forests.

Il a été estimé que, à l'échelle planétaire, près de 30 % du carbone organique du sol est emmagasiné dans deux types d'écosystèmes : la toundra et la forêt boréale. Puisque ces écosystèmes représentent environ 75 % de la superficie du Canada, une proportion significative du carbone organique de la planète est stockée sur le territoire canadien. Comme le montre la **carte 8**, la plus grande partie du carbone organique présent dans les sols du Canada (88 % ou 232 Gt) se concentre aux latitudes moyennes et élevées (au nord de la limite sud de la forêt boréale), où prédominent les sols cryosoliques et organiques. Aux latitudes plus basses, les terres agricoles du Canada renferment des quantités substantielles de carbone organique, environ 9,36 Gt ou près de 6 % du carbone organique total des sols agricoles de l'ensemble de la planète.

Il a été prévu que, du fait du changement climatique, les latitudes nordiques devraient connaître la hausse de température la plus marquée, ce qui pourrait entraîner une sévère dégradation des sols cryosoliques et organiques. Il est probable que ces sols, qui sont actuellement des puits de carbone, deviendraient une source de CO₂ et de méthane, contribuant à l'accroissement des gaz à effet de serre et, par le fait même, au changement climatique. Dans tous les écosystèmes, le carbone organique du sol est un élément très dynamique, fortement influencé par l'utilisation des terres (p. ex. la gestion des sols et des cultures), les incendies de forêt et la coupe à blanc.

Map 9 - Carte 9

Legend / Légende

tonnes C/ha



< -0.161 / < -0.161



-0.161 - 0.120 / < -0.161 - -0.120



-0.120 - -0.80 / -0.120 - -0.80



-0.80 - -0.40 / -0.80 - -0.40



-0.40 - 0 / -0.40 - 0



0 - 0.040 / 0 - 0.040



> 0.040 / > 0.040



Rate of change of soil carbon in the Prairie Provinces for the year 1990; a negative value denotes a loss of soil carbon.
Variation de la concentration de carbone dans les sols des Prairies en 1990; une valeur négative indique une perte de carbone dans le sol.



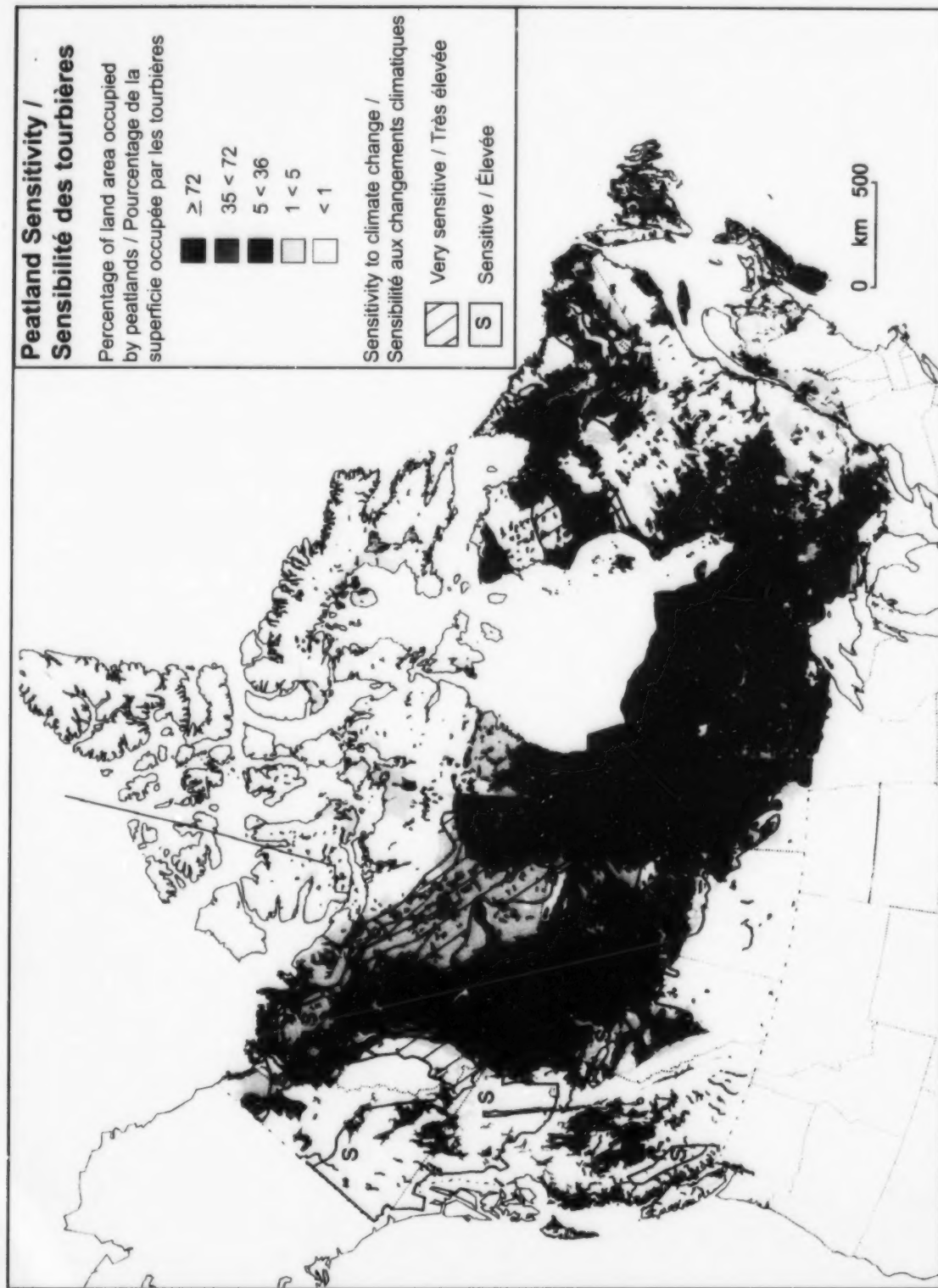
Agriculture's largest store of carbon is in soils, where carbon from dead plants has accumulated over the centuries. Cultivation of the soil has greatly affected this store of carbon, reducing it by 15 - 35% since agricultural land was first cultivated. Agriculture and Agri-Food Canada's research program has confirmed that, during the last decade, farmers using more sustainable practices have been able to slow down soil carbon loss and, in some cases, store carbon back in the soil. The onset of climate change, however, could counteract this trend.

The Century Model (a computer simulation of the dynamics of soil organic matter) was used to estimate the rate of change of carbon in Canadian soils for the year 1990. Soil crop coverage, tillage, and crop rotation data were used in the model. **Map 9** shows the calculated rate of carbon loss from agricultural soils for the Prairies for the year 1990. The carbon loss on this map represents about 93% of the carbon loss from agricultural soils in Canada.

Pour l'agriculture, le plus grand réservoir de carbone se trouve dans les sols, où le carbone des végétaux morts s'est accumulé au cours des siècles. La mise en culture des sols a grandement influé sur ce réservoir de carbone, qui a subi une baisse de 15 % à 35 % depuis les débuts de cette activité. Le programme de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada a confirmé que, dans les dix dernières années, les agriculteurs utilisant des pratiques plus durables ont pu ralentir la perte de carbone du sol et, dans certains cas, y stocker du carbone à nouveau. Le changement climatique pourrait cependant nuire à cette tendance prometteuse.

Le modèle Century (simulation par ordinateur de la dynamique de la matière organique du sol) a permis d'estimer la variation de la concentration de carbone dans les sols canadiens en 1990. Il utilisait des données sur la couverture cultivée, le travail du sol et la rotation des cultures. La **carte 9** montre la perte calculée de carbone par les sols agricoles des Prairies en 1990. La perte de carbone indiquée sur cette carte représente environ 93 % des pertes subies par les sols agricoles au Canada.

Map 10 - Carte 10



Sensitivities to Climate Change in Canada

Sensibilités aux changements climatiques au Canada

Peatlands are areas where decaying plant material has accumulated at the surface to depths of more than 40 cm. Approximately 14% of the Canadian landmass is covered with peatlands. At present, peatlands are major natural sinks of carbon. With climate warming, however, they have the potential to become immense sources of greenhouse gases and, with the associated feedback mechanisms, to contribute significantly to further warming.

Approximately 60% of the peatlands in Canada lie within areas expected to be severely affected by climate warming (shown with cross hatching on **Map 10**). The peatland areas most likely to be affected lie within the boreal and subarctic regions. In these areas, the release of greenhouse gases from peatlands will increase as the permafrost degrades and the frozen peat thaws and decomposes. The poor drainage conditions and subsidence associated with thawing are expected to present problems for construction and maintenance of buildings, highways and pipelines in these northern regions.

Les tourbières sont des régions où des matières végétales en décomposition se sont accumulées en surface jusqu'à des profondeurs de plus de 40 cm. Environ 14 % de la superficie terrestre du Canada est couverte de tourbières. À l'heure actuelle, les tourbières sont d'importants puits naturels de carbone. Dans un climat de plus en plus chaud, cependant, elles pourraient devenir d'immenses sources de gaz à effet de serre et, du fait des mécanismes de rétroaction associés, contribuer à un réchauffement supplémentaire.

Environ 60 % des tourbières du Canada sont situées dans des régions qui seront probablement très touchées par le réchauffement planétaire (zones hachurées sur la **carte 10**). Les tourbières les plus susceptibles d'être affectées sont celles des régions boréales et subarctiques. Dans ces régions, les rejets de gaz à effet de serre par les tourbières augmenteront à mesure que le pergélisol se dégradera et que la tourbe congelée dégèlera et se décomposera. Le mauvais drainage et l'affaissement attribuables au dégel risquent de poser des problèmes pour la construction et l'entretien des immeubles, des routes et des pipelines dans ces régions nordiques.

Glossary

Carbon Cycle The global scale exchange of carbon among its reservoirs, namely the atmosphere, oceans, vegetation, soils, and geologic deposits and minerals. This involves components in food chains, in the atmosphere as carbon dioxide, in the hydrosphere and in the geosphere.

Carbon Dioxide Sources and Sinks Chief sources of carbon dioxide (CO_2) are the burning of fossil fuels and the combustion or oxidation of wood or other biomass. In a CO_2 sink, CO_2 is removed from the atmosphere by the photosynthesis of green plants and through absorption into the oceans.

Climate The average *weather* of a particular region and time, usually taken over a 30-year period. Climate is not the same as weather, but rather, it is the average pattern of weather for a particular region. Weather describes the short-term state of the atmosphere. Climatic elements include precipitation, temperature, humidity, sunshine, wind velocity, phenomena such as fog, frost and hail storms, and other measures of the weather.

Climate Change A significant change, over a period of time, in the meteorological conditions and quantities generally used to describe the climate of a region. The climate is typically characterized by means and other statistics applied to meteorological elements such as temperature and precipitation, calculated over a period of a decade or more. An analysis of temperature records shows that the Earth has warmed an average of 0.5°C over the past 100 years. Canada has warmed by 1.0°C between 1895 and 1992. However the warming has not been consistent throughout the entire time span. The 1980s were undisputedly the warmest decade on record in Canada. The warming that has been observed in Canada over the past century is

real and significant though its intensity has varied from decade to decade, from region to region and from season to season.

Climate Scenario Description of what the future climate might be like under a carefully defined set of conditions. Two widely used scenarios are an atmosphere with a doubled concentration of carbon dioxide ($2 \times \text{CO}_2$), and one based on specific, historical climate conditions.

Ecosystem A term first used to describe the interdependence of species in the living world, both with one another and with their physical environment. Ecosystem principles can be applied to definable systems of any size, from a pond to an ecozone, or even to the planet as a whole.

General Circulation Model (GCM) A global, three-dimensional computer model of the climate system that can be used to simulate human-induced climate change. GCMs are highly complex and they represent the effects of such factors as reflective and absorptive properties of atmospheric water vapour, greenhouse gas concentrations, clouds, annual and daily solar heating, ocean temperatures and ice boundaries. The most recent GCMs include global representations of the atmosphere, oceans and land surface.

Global Warming An increase in the near surface temperature of the Earth. Global warming has occurred in the distant past as a result of natural influences, but the term is most often used to refer to the warming predicted to occur as a result of increased emissions of *greenhouse gases*. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) recently concluded that increased concentrations of greenhouse gases are causing an increase in the Earth's surface temperature, and that increased concentrations of sulphate aerosols have led to relative cooling in some regions, generally over and downwind of heavily industrialized areas.

Greenhouse Effect The phenomenon whereby certain *greenhouse gases* in the atmosphere are transparent to incoming solar radiation and yet efficiently absorb outgoing heat energy radiated from the Earth. These gases retain heat within the lower levels of the atmosphere.

Greenhouse Gases Gases that contribute to the greenhouse effect by trapping radiant heat near the surface of the Earth. The most significant greenhouse gases are water vapour, carbon dioxide, tropospheric ozone, nitrous oxide and methane.

Intergovernmental Panel on Climate Change The IPCC was established jointly by the United Nations Environment Programme and the World Meteorological Organization in 1988. The purpose of the IPCC is to assess information in the scientific and technical literature related to all significant components of the issue of climate change. The IPCC draws upon hundreds of the world's expert scientists as authors and thousands as expert reviewers. With its capacity for reporting on climate change, its consequences, and the viability of adaptation and mitigation measures, the IPCC is also looked to as the official advisory body to the world's governments on the state of the science of the climate change issue.

Weather Weather is the specific condition of the atmosphere at a particular place and time. It is measured in terms of such things as wind, temperature, humidity, atmospheric pressure, cloudiness and precipitation. In most places, weather can change from hour to hour, day to day, and season to season. *Climate* is the average of weather over time and space. A simple way of remembering the difference is that climate is what you expect (e.g., snowy winters) and weather is what you get (e.g., a blizzard).

Changement climatique Changement significatif, sur une certaine période de temps, des conditions et des variables météorologiques généralement utilisées pour décrire le climat d'une région. Le climat est caractérisé par des moyennes et autres statistiques appliquées à des éléments météorologiques comme la température et les précipitations, lesquelles sont calculées sur une période de dix ans ou plus. L'analyse des données de température montre que la Terre s'est réchauffée en moyenne de 0,5 °C au cours des 100 dernières années. Le Canada, quant à lui, s'est réchauffé de 1,0 °C entre 1895 et 1992. Cependant, le réchauffement ne s'est pas réparti de la même façon sur toute cette période. Les années 80 ont sans doute été les plus chaudes jamais enregistrées au Canada. Le réchauffement constaté au pays au cours du dernier siècle est bien réel et significatif, bien qu'il ait varié en intensité d'une décennie, d'une région et d'une saison à l'autre.

Climat Conditions météorologiques moyennes pour une région et une période données (généralement de 30 ans). Le climat n'est pas la même chose que les conditions météorologiques, mais plutôt leur régime moyen dans une région particulière. Les conditions météorologiques sont un état à court terme de l'atmosphère. Les éléments du climat sont les précipitations, la température, l'humidité, l'ensoleillement, la vitesse du vent, divers phénomènes (tels que le brouillard, la gelée et les tempêtes de grêle), etc.

Conditions météorologiques État particulier de l'atmosphère à un endroit et à un moment donnés. Les conditions météorologiques sont établies à l'aide de paramètres tels que le vent, la température, l'humidité, la pression atmosphérique, la nébulosité et les précipitations. Presque partout, les conditions météorologiques peuvent changer d'une heure, d'une journée et d'une saison à l'autre. Le climat est la moyenne des conditions météorologiques dans le temps et dans l'espace. Il est facile de se souvenir de la différence : le climat est ce à quoi on s'attend (p. ex. des hivers enneigés) et les conditions météorologiques sont ce que l'on a (p. ex. un blizzard).

Cycle du carbone Échange planétaire de carbone entre ses réservoirs, soit l'atmosphère, les océans, la végétation, les sols, ainsi que les formations géologiques et les minéraux. Le cycle fait intervenir des éléments dans les chaînes alimentaires, dans l'atmosphère (sous la forme de dioxyde de carbone), dans l'hydrosphère et dans la géosphère.

Écosystème Terme d'abord utilisé pour décrire l'interdépendance des espèces dans le monde vivant, à la fois les unes avec les autres et avec leur milieu physique. Les principes qui sous-tendent la notion d'écosystème peuvent s'appliquer à des systèmes de toute taille, de l'étang à l'écozone ou même à la planète entière.

Effet de serre Phénomène par lequel certains gaz à effet de serre de l'atmosphère laissent passer le rayonnement solaire incident et absorbent efficacement l'énergie thermique renvoyée par la Terre. Ces gaz emprisonnent la chaleur dans les couches inférieures de l'atmosphère.

Gaz à effet de serre Gaz qui contribuent à l'effet de serre en piégeant la chaleur radiante à proximité de la surface de la planète. Les gaz à effet de serre les plus significatifs sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, l'ozone troposphérique, l'oxyde nitreux et le méthane.

Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) Le GIEC a été créé conjointement par le Programme des Nations Unies pour l'environnement et par l'Organisation météorologique mondiale en 1988. Il a pour objectif d'évaluer l'information contenue dans la littérature scientifique et technique sur tous les aspects importants du changement climatique. Le GIEC fait appel aux compétences de scientifiques du monde entier, dont des centaines à titre d'auteurs et des milliers à titre de réviseurs experts. Vu sa capacité de faire rapport sur le changement climatique, sur ses conséquences et sur la viabilité des mesures d'adaptation et d'atténuation, le GIEC est considéré comme l'organe consultatif officiel des gouvernements de la planète sur l'état de la science du changement climatique.

Modèle de circulation générale (MCG) Modèle informatique tridimensionnel du système climatique de la planète qui peut être utilisé pour simuler les changements climatiques provoqués par l'activité humaine. Les MCG sont très complexes et simulent les effets de facteurs tels que les propriétés de réflexion et d'absorption de la vapeur d'eau atmosphérique, les concentrations de gaz à effet de serre, la couverture nuageuse, le rayonnement solaire annuel et quotidien, les températures de l'océan et les limites des glaces. Les plus récents d'entre eux peuvent modéliser l'atmosphère, les océans, les terres et de l'ensemble de la planète.

Réchauffement planétaire Hausse de la température de la Terre à proximité de sa surface. Ce phénomène est déjà survenu il y a très longtemps sous l'effet de facteurs naturels, mais l'expression est le plus souvent utilisée pour désigner le réchauffement que l'on prédit en réponse à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) a récemment conclu que l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre cause une élévation des températures à la surface de la Terre et que l'augmentation des concentrations d'aérosols sulfatés a provoqué un refroidissement relatif dans certaines régions, généralement au-dessus et sous le vent des régions très industrialisées.

Scénario climatique Description de ce que pourrait être le climat futur, dans un ensemble clairement défini de conditions. Deux des scénarios les plus utilisés sont celui d'une atmosphère où les concentrations de dioxyde de carbone auraient doublé ($2 \times \text{CO}_2$) et celui qui repose sur des conditions climatiques historiques précises.

Sources et puits de dioxyde de carbone Les principales sources de dioxyde de carbone (CO_2) sont la combustion des combustibles fossiles et la combustion ou l'oxydation du bois et d'autres sortes de biomasse. Dans un puits de CO_2 , le gaz est enlevé de l'atmosphère par la photosynthèse des plantes vertes et par l'absorption dans les océans.

References

- Sea Level Rise / Élévation du niveau de la mer :**
Shaw, J., Taylor, R.D., Forbes, D.L., Ruz, M.-H., and Solomon, S., 1994. Sensitivity of the Canadian coast to sea level rise. Geological Survey of Canada, Open File 2825: 114.
- Permafrost / Pergélisol :**
Smith, S.L., and Burgess, M.M., 1998. Mapping the response of permafrost in Canada to climate warming. Geological Survey of Canada, Current Research 1998-E: 163-171.
- Forest Fires / Incendies de forêt :**
Stocks, B.J., Fosberg, M.A., Lynham, T.J., Mearns, L., Wotton, B.M., Yang, Q., Jin, J.-Z., Lawrence, K., Hartley, G.R., Mason, J.A., and McKenney, D.W., 1998. Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests. *Climatic Change* 38: 1-13.
- Rivers / Cours d'eau :**
Ashmore, P., and Church, M., in press. The impact of climate change on rivers and river processes in Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin 555.
- Fisheries / Pêches :**
Welch, D.W., Ishida, Y., and Nagasawa, K., 1998. Thermal limits and ocean migrations of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): long-term consequences of global warming. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55(4): 937-948.
- Wind Erosion/ Érosion éolienne :**
Wolfe, S.A., and Nickling, W.G., 1997. Sensitivity of eolian processes to climate change in Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin 421: 30.
- Western Alpine Regions / Régions alpines de l'Ouest :**
Ryder, J.M., 1998. Geomorphological processes in the alpine areas of Canada: the effects of climate change and their impacts on human activities. Geological Survey of Canada, Bulletin 524: 44.
- Soil Organic Carbon / Carbone organique du sol :**
Soil Carbon Data Base Working Group, 1993. Soil carbon data for Canadian soils. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, 137 pp. and maps.
- Rate of Change of Carbon in Agricultural Soils in Canada for the Year 1990 / Variation de la concentration de carbone dans les sols agricoles du Canada en 1990 :**
Soil Carbon Data Base Working Group, 1993. Soil carbon data for Canadian soils. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, 137 pp. and maps.
- Peatlands / Tourbières :**
Kertles, I.M., and Tamocai, C., in press. Development of a model for estimating the sensitivity of Canadian peatlands to climate warming. *Géographie Physique et Quaternaire*.

The following is a listing of Government of Canada websites containing more information on government climate change activities.

Government of Canada

climatechange.gc.ca

Natural Resources Canada

climatechange.nrcan.gc.ca

Canadian Forest Service

www.nofc.cfs.nrcan.gc.ca/climate

Earth Sciences Sector

sts.gsc.nrcan.gc.ca/page1/clim

Fisheries and Oceans Canada

www.dfo-mpo.gc.ca

Environment Canada

www.ec.gc.ca/climate

Health Canada

www.hc-sc.gc.ca/english/climate.htm

Industry Canada

www.strategis.ic.gc.ca

Agriculture and Agri-Food Canada

www.agr.ca/research/healthy-air/toc.html

On trouvera ci-dessous une liste de sites Web du gouvernement du Canada présentant des informations supplémentaires sur son activité liée au changement climatique.

Gouvernement du Canada

changementsclimatiques.gc.ca

Ressources naturelles Canada

changementsclimatiques.mcan.gc.ca

Service canadien des forêts

www.nofc.forestry.ca/climate/mainf.html

Secteur des sciences de la Terre

sts.gsc.nrcan.gc.ca/page1/clim/fclimat.htm

Pêches et Océans Canada

www.dfo-mpo.gc.ca/home_f.htm

Environnement Canada

www.ec.gc.ca/climate/indexf.html

Santé Canada

www.hc-sc.gc.ca/francais

Industrie Canada

strategis.ic.gc.ca/frndoc/main.html

Agriculture et Agroalimentaire Canada

www.agr.ca/research/healthy-air/toc.html

Sea Level Rise

John Shaw
Geological Survey of Canada
Natural Resources Canada
P.O. Box 1006
1 Challenger Drive, Rm. M-503
Dartmouth, NS
B2Y 4A2
902-426-6204
Email: johnshaw@NRCan.gc.ca

Permafrost

Margo Burgess
Geological Survey of Canada
Natural Resources Canada
601 Booth Street, Rm. 195
Ottawa, ON
K1A 0E8
613-996-9317
Email: mburgess@NRCan.gc.ca

Forest Fires

Brian Stocks
Canadian Forest Service
Natural Resources Canada
P.O. Box 490
1219 Queen Street East, Rm. B427
Sault Ste. Marie, ON
P6A 5M7
705-759-5740 ext. 2181
Email: bstocks@NRCan.gc.ca

Rivers

Peter Ashmore
Department of Geography
University of Western Ontario
London, ON
N6A 5C2
519-661-2111 ext.85026
Email: pashmore@julian.uwo.ca

Fisheries

David W. Welch
Fisheries and Oceans Canada
Pacific Biological Station
Nanaimo, BC
V9R 5K6
250-756-7218
Email: WelchD@dfo-mpo.gc.ca

Wind Erosion

Stephen Wolfe
Geological Survey of Canada
Natural Resources Canada
601 Booth Street, Rm. 190
Ottawa, ON
K1A 0E8
613-992-7670
Email: swolfe@NRCan.gc.ca

Western Alpine Regions

June Ryder
J.M. Ryder and Associates Terrain Analysis Inc.
P.O. Box 45005
Dunbar, BC
V6S 2M8
604-736-4211
Email: june_ryder@idmail.com

Soil Organic Carbon

Charles Tarnocai and Barbara Lacelle
Eastern Cereal and Oilseed
Research Centre
Agriculture and Agri-Food Canada
960 Carling Avenue,
Ottawa, ON
K1A 0C6
613-759-1857
Email: tarnocai@em.agr.ca

Rate of Change of Carbon in Agricultural Soils in Canada for the Year 1990

Ward Smith and Ray Desjardins
Eastern Cereal and Oilseed
Research Centre
Agriculture and Agri-Food Canada
960 Carling Avenue,
Ottawa, ON
K1A 0C6
613-759-1522
Email: desjardins@em.agr.ca

Peatlands

Inez Kettles
Geological Survey of Canada
Natural Resources Canada
601 Booth Street, Rm. 379
Ottawa, ON
K1A 0E8
613-992-8323
Email: ikettles@NRCan.gc.ca

Élévation du niveau de la mer

John Shaw
Commission géologique du Canada
Ressources naturelles Canada
C.P. 1006
1, chemin Challenger, pièce M-503
Dartmouth (N.-É.)
B2Y 4A2
(902) 426-6204
Courriel : johnshaw@NRCan.gc.ca

Pergélisol

Margo Burgess
Commission géologique du Canada
Ressources naturelles Canada
601, rue Booth, pièce 195
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
(613) 996-9317
Courriel : mburgess@NRCan.gc.ca

Incendies de forêt

Brian Stocks
Service canadien des forêts
Ressources naturelles Canada
C.P. 490
1219, rue Queen est, pièce B427
Sault Ste. Marie (Ontario)
P6A 5M7
(705) 759-5740, poste 2181
Courriel : bstocks@NRCan.gc.ca

Cours d'eau

Peter Ashmore
Département de géographie
University of Western Ontario
London (Ontario)
N6A 5C2
(519) 661-2111 poste : 85026
Courriel : pashmore@julian.uwo.ca

Pêches

David W. Welch
Pêches et Océans Canada
Station biologique du Pacifique
Nanaimo (Colombie-Britannique)
V9R 5K6
(250) 756-7218
Courriel : WelchD@dfp-mpo.gc.ca

Érosion éolienne

Stephen Wolfe
Commission géologique du Canada
Ressources naturelles Canada
601, rue Booth, pièce 190
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
(613) 992-7670
Courriel : swolfe@NRCan.gc.ca

Régions alpines de l'Ouest

June Ryder
J.M. Ryder and Associates Terrain Analysis Inc.
C.P. 45005
Dunbar (Colombie-Britannique)
V6S 2M8
(604) 736-4211
Courriel : june_ryder@idmail.com

Carbone organique du sol

Charles Tarnocai et Barbara Lacelle
Centre de recherches de l'Est sur
les céréales et oléagineux
Agriculture et Agroalimentaire Canada
960, avenue Carling
Ottawa (Ontario)
K1A 0C6
(613) 759-1857
Courriel : tarnocai@em.agr.ca

Variation de la concentration de carbone dans les sols agricoles du Canada en 1990

Ward Smith et Ray Desjardins
Centre de recherches de l'Est sur
les céréales et oléagineux
Agriculture et Agroalimentaire Canada
960, avenue Carling
Ottawa (Ontario)
K1A 0C6
(613) 759-1522
Courriel : desjardins@em.agr.ca

Tourbières

Inez Kettles
Commission géologique du Canada
Ressources naturelles Canada
601, rue Booth, pièce 379
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
(613) 992-8323
Courriel : ikettles@NRCan.gc.ca